

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-138264  
 (43)Date of publication of application : 25.05.1999

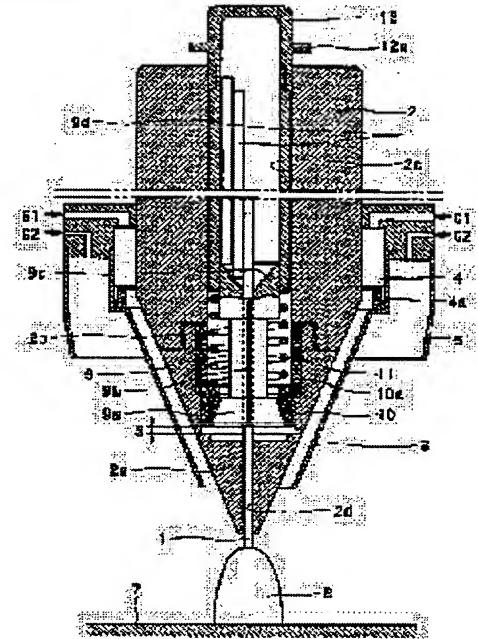
(51)Int.Cl. B23K 9/167  
 B23K 9/12  
 B23K 9/26  
 B23K 9/29

(21)Application number : 09-307748 (71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD  
 (22)Date of filing : 11.11.1997 (72)Inventor : HISAYOSHI TAKAYUKI  
 INABA HIROTSUGU

**(54) HIGH EFFICIENCY TIG WELDING METHOD AND TIG WELDING EQUIPMENT****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a TIG welding method by which one side welding is capable at a higher speed, a TIG welding equipment used for this method and a TIG welding equipment which is capable of continuous welding for many hours.

**SOLUTION:** In double shielded welding method, an electrode 1 is held with contact tip 2 which is formed in truncated conical shape with a point of an acute angle, and on the other hand, primary shield gas is supplied in a whirling flow directed to the point along the surface of the point part of the contact tip 2. At this time, it is preferable that an operation of delivering the electrode 1 of a constant length is repeated each time the point part of the electrode 1 is melted and consumed. One or more electrode is contained and held in the shaft center part of the contact tip 1 and an intermittently delivering device of push type with which the electrode held is adjustably delivered by a constant length is installed inside.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 06.06.2000  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number] 3304855  
 [Date of registration] 10.05.2002  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right] 10.05.2005

(19) 日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 3 8 2 6 4

(43) 公開日 平成11年(1999)5月25日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

B 2 3 K 9/167  
 9/12  
 9/26  
 9/29

識別記号

3 0 3

F I

B 2 3 K 9/167 A  
 9/12 3 0 3 A  
 9/26 D  
 9/29 L  
 B

審査請求 未請求 請求項の数 5

O L

(全 1 0 頁)

(21) 出願番号 特願平9-307748  
 (22) 出願日 平成9年(1997)11月11日

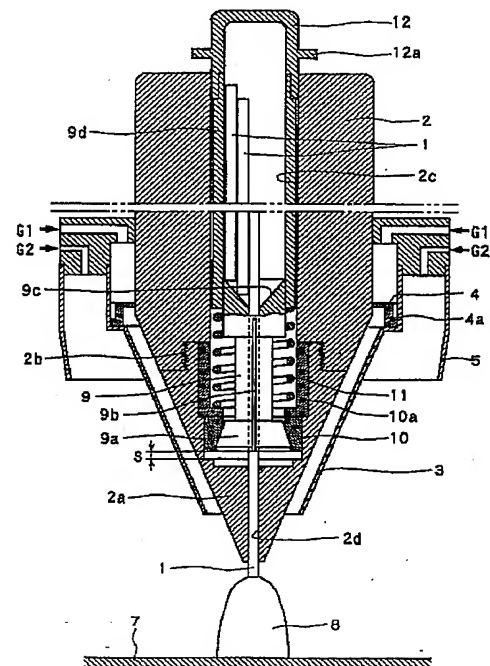
(71) 出願人 000002118  
 住友金属工業株式会社  
 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号  
 (72) 発明者 久芳 孝行  
 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住友  
 金属工業株式会社内  
 (72) 発明者 稲葉 洋次  
 大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住友  
 金属工業株式会社内  
 (74) 代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54) 【発明の名称】 高能率 T I G 溶接方法および T I G 溶接装置

(57) 【要約】

【課題】 より高速での片面溶接が可能な T I G 溶接方法とこの方法に用いる T I G 溶接装置、および長時間の連続溶接が可能な T I G 溶接装置の提供。

【解決手段】 (1) 2重シールド溶接方法において、先端部が鋭角な頂角の円錐台形状に成形されたコンタクトチップに電極を保持させる一方、1次シールドガスをコンタクトチップの先端部周面に沿って先端方向に向かう旋回気流にして供給する方法。その際、電極の先端部が溶損消耗する都度、電極を一定の長さだけ送り出す操作を繰り返すのが好ましい。(2) コンタクトチップの軸心部に、少なくとも1本の電極を収納保持し、保持した電極を一定長づつ繰り出し自在なプッシュ式の間欠送り出し機構を内装した装置。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】 タングステン電極を囲む 1 次シールドガスと、この 1 次シールドガスを囲む 2 次シールドガスを用的 2 重シールド T I G 溶接方法であって、前記のタングステン電極を先端部が鋭角な頂角の円錐台形状に成形されたコンタクトチップに保持させる一方、1 次シールドガスをコンタクトチップの先端部周面に沿って先端方向に向かう旋回気流にして供給することを特徴とする高能率 T I G 溶接方法。

【請求項 2】 タングステン電極の先端部が溶損消耗する都度、タングステン電極を一定の長さだけ送り出す操作を繰り返すことを特徴とする請求項 1 に記載の高能率 T I G 溶接方法。

【請求項 3】 タングステン電極を保持するコンタクトチップと、このコンタクトチップの軸心周りに同心円状に配置されたシールドガスノズルを備える T I G 溶接装置であって、前記コンタクトチップの軸心部に、少なくとも 1 本のタングステン電極を収納保持し、保持したタングステン電極を一定長づつ繰り出し自在なプッシュ式の電極間欠送り出し機構が設けられていることを特徴とする T I G 溶接装置。

【請求項 4】 タングステン電極を保持するコンタクトチップと、このコンタクトチップの軸心周りに同心円状に配置された第 1 シールドガスノズルおよび第 2 シールドガスノズルを備える 2 重シールド T I G 溶接装置であって、前記のコンタクトチップはその先端部が鋭角な頂角の円錐台形状に成形されており、第 1 シールドガスノズルはその先端部の形状がコンタクトチップ先端部の外径よりも若干大きな内径のほぼ同じ円錐台形状に形成されており、その基端部には外面基端側から内面先端側に向かって内面接線方向に穿設された複数のガス流通孔を有する旋回気流発生具が内装されていることを特徴とする T I G 溶接装置。

【請求項 5】 コンタクトチップが、その軸心部に少なくとも 1 本のタングステン電極を収納保持し、保持したタングステン電極を一定長づつ繰り出し自在なプッシュ式の電極間欠送り出し機構を有するものであることを特徴とする請求項 4 に記載の T I G 溶接装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、高能率な T I G 溶接方法と T I G 溶接装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】 ステンレス溶接管などの製造には、溶接欠陥の発生が少なく、信頼性が最も高いことからプラズマ溶接法や T I G 溶接法が広く用いられている。これら溶接法の選択は、被溶接材料の肉厚により決定され、通常、1.5～2.0mm 以上の厚肉材にはプラズマ溶接法、それよりも薄い薄肉材には T I G 溶接法が主として用いられている。

【0003】 また、製管溶接は、片面溶接で行われ、高い生産性を確保するためにフィラーワイヤなどの添加材料を用いないのが一般的である。

【0004】 ここで、厚肉材にはプラズマ溶接法、薄肉材には T I G 溶接法が主として用いられるのは、次の理由による。

【0005】 プラズマ溶接法は、プラズマアークの熱集中性を利用した溶接法で、被溶接材料の肉厚方向に比較的高いエネルギー密度のプラズマ気流が貫通して裏波を形成するキーホール溶接法である。

【0006】 このプラズマ溶接法のビードは、キーホールの後方部で相対向した溶融金属がブリッジして溶融池を作ることで形成される。従って、そのキーホール径は、溶融金属のブリッジが可能な大きさでなければならず、溶接速度、溶接電流、ノズル径、動作ガス流量および突き合わせ形状などを適正に設定することで確保される。

【0007】 しかし、薄肉材の場合、その適正範囲が極端に狭く、調整設定が極めて煩わしいのみならず、上記の諸条件が適正範囲から少しでも外れると、溶け落ちやアンダーカットなどの溶接欠陥が発生する。このため、プラズマ溶接法は、薄肉材の溶接には用いられず、主として厚肉材の溶接に用いられるのである。

【0008】 一方、T I G 溶接法は、アークを利用した熱伝導型の溶接法で、被溶接材料の肉厚方向にアーク気流が貫通しない非キーホール溶接法であり、プラズマ溶接法のプラズマアークに比べて溶融池に作用するアーク力が弱いので、表ビードにアンダーカットや不連続ビードなどの溶接欠陥が発生しにくい。

【0009】 ところが、この T I G 溶接による片面溶接によって正常な裏波を有する裏ビードを形成させるには、被溶接材料を十分に堀り込む必要があり、厚肉材の場合、溶接電流を高めて強いアーク力で被溶接材料を堀り込む必要が生じる。

【0010】 しかし、アーク力が強すぎると、溶融池に作用するプラズマ気流の動圧が大きくなり、表ビードにアンダーカットや不連続ビードなどの溶接欠陥が発生するようになる。

【0011】 また、薄肉の溶接管などの製品は、製品内面（裏面）の仕上がり品質に制約がある。このため、T I G 溶接法は、厚肉材の溶接にはほとんど用いられず、主として薄肉材の片面溶接に用いられる。

【0012】 さらに、上記の T I G 溶接法による片面溶接、なかでも溶接管の製管溶接を前提とした薄肉材の高速片面溶接においては、溶接速度を速くしすぎると、アークの前方にガウジング面が露出しはじめ、正常なビードが形成されなくなり、溶接速度をさらに速くすると表ビードにアンダーカットや不連続ビードが発生するようになる。

【0013】 また、上記の場合、裏面への熱伝導容量が

不足し、裏ビードに正常な裏波が形成しにくくなる。しかし、その限界溶接速度は、さらなる生産性の向上を図る観点から見た場合、不十分である。

【0014】上記したようなTIG溶接の問題点は、例えば、次に述べるような方法によって一応解決することができる。すなわち、第1の方法は、タングステン電極（以下、単に電極という）、換言すればアークを囲むシールドガス（2重シールド方式の場合は1次シールドガス）に、熱伝導性が大きく、アークの集中性を高める作用を有する純HeガスまたはHeガスと2～15容積%のH<sub>2</sub>ガスとの混合ガスを用いる方法である（特開昭51-128651号公報および特開平7-227673号公報参照）。

【0015】また、第2の方法は、コンタクトチップを内部水冷型にする一方、このコンタクトチップの軸心部に電極の送り出し機構を設け、電極先端の溶損消耗時に電極の繰り出し補充を行う方法である（特開平1-249272号公報参照）。

【0016】しかし、前者の方法は、電極先端の溶損消耗が著しく、通常、アークの集中性を高める目的で鋭角な頂角の円錐状に成形された電極先端の尖鋭部を研削補修するための電極取り替えを頻繁に行う必要がある。また、純Heガスは、Arガスに比べて遥かに高価である。このため、長時間の連続溶接が必要な製管溶接には適用できないのに加え、コスト高につくという欠点を有している。

【0017】また、後者の方法は、上記製管溶接に適用可能であるが、コンタクトチップを内部水冷型にするのみでは電極の先端露出部が高温化するのを十分に防ぐことができない。このため、アークの這い上がり現象が生じてアークの拡がり角度が大きくなり、表ビードにアンダカットや不連続ビードが発生するという欠点を有している。

【0018】上記の現象は、アークの集中性を高めるために電極の直径を小さくすればするほど、また正常な裏波を形成させるために溶接電流を高くすればするほど顕著になり、電極の先端露出部がより容易に溶損消耗する。さらに、内部水冷型のコンタクトチップ先端部からもアークが発生するようになり、コンタクトチップ自体が溶損消耗するほか、アークが不安定になって溶接不可能になる。また更に、電極の先端露出部が容易に溶損消耗するために電極補充を頻繁に行なう必要が生じる。

【0019】しかし、その電極送り出し機構は、コンタクトチップの基端部に軸長方向への移動が不能な状態で回転自在に外嵌装着されたナット部材であるハンドルと、このハンドルに基端の雄ねじ部が螺合装着された先細テーパのスライダ筒体と、このスライダ筒体内に密接に挿入され、スライダ基端の雄ねじ部に螺合装着された袋ナット部材であるキャップによって押圧されて先端のチャック部が前記先細テーパに圧接された電極を固

定把持するコレットチャック筒体とで構成されたねじ式である。しかも、スライダ筒体の移動可能なストローク長（スライダ筒体先端とコンタクトチップの内孔先端段差部との間隔）が、極めて短いものでしかない（同公報第3頁の第1図（A）参照）。

【0020】このため、ハンドルの回転操作のみにより補充できる電極の送り出し長さが極めて短く、連続溶接できる時間が十分でない。また、電極の全長を有効に利用するには、電極をスライダ筒体の先端から順次繰り出す必要があり、それには電極の繰り出しが必要になる度毎にキャップを緩めてスライダ筒体内に密接に挿入されたコレットチャック筒体を人手により引き上げて先端のチャック部をスライダ筒体の先細テーパ部から離間させる操作が必要で、この操作の間、溶接の中断を余儀なくされる。従って、長時間の連続溶接が必要な溶接管の製管溶接には適用し難いという欠点をも有している。

【0021】なお、スライダ筒体の移動ストローク長を大きくすれば連続溶接できる時間は長くなるが、それには装置全体を長大にしなければならず、装置が大型化して設備費が高み、コスト高につく。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、第1の課題は、表ビードにアンダカットや不連続ビードを発生させることなくより高速で片面溶接することができる高能率なTIG溶接方法とTIG溶接装置を提供することにある。また、第2の課題は、簡単な操作で電極をその全長にわたって間欠的に連続して送り出すことができ、長時間の連続溶接が可能な高能率なTIG溶接装置を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】本発明の要旨は、下記（1）の高能率TIG溶接方法、並びに下記（2）および（3）のTIG溶接装置にある。

【0024】（1）タングステン電極を囲む1次シールドガスと、この1次シールドガスを囲む2次シールドガスをを用いる2重シールドTIG溶接方法であって、前記のタングステン電極を先端部が鋭角な頂角の円錐台形状に成形されたコンタクトチップに保持させる一方、1次シールドガスをコンタクトチップの先端部周面に沿って先端方向に向かう旋回気流にして供給する高能率TIG溶接方法。

【0025】（2）タングステン電極を保持するコンタクトチップと、このコンタクトチップの軸心周りに同心円状に配置されたシールドガスノズルを備えるTIG溶接装置であって、前記コンタクトチップの軸心部に、少なくとも1本のタングステン電極を収納保持し、保持したタングステン電極を一定長づつ繰り出し自在なブッシュ式の電極間欠送り出し機構が設けられているTIG溶接装置。

【0026】(3) タングステン電極を保持するコンタクトチップと、このコンタクトチップの軸心周りに同心円状に配置された第1シールドガスノズルおよび第2シールドガスノズルを備える2重シールドTIG溶接装置であって、前記のコンタクトチップはその先端部が鋭角な頂角の円錐台形状に成形されており、第1シールドガスノズルはその先端部の形状がコンタクトチップ先端部の外径よりも若干大きな内径のほぼ同じ円錐台形状に形成されており、その基端部には外面基端側から内面先端側に向かって内面接線方向に穿設された複数のガス流通孔を有する旋回気流発生具が内装されているTIG溶接装置。

【0027】上記(1)に記載の本発明のTIG溶接方法においては、電極の先端部が溶損消耗する都度、電極を一定の長さだけ送り出す操作を繰り返すのが好ましい。また、上記(3)に記載の本発明のTIG装置は、コンタクトチップが、その軸心部に少なくとも1本のタングステン電極を収納保持し、保持したタングステン電極を一定長づつ送り出し自在なプッシュ式の電極間欠送り出し機構を有するものであることが好ましい。

【0028】上記の本発明は、以下に述べる知見に基づいてなされた。

【0029】TIG溶接法による片面溶接における表ビードのアンダカットや不連続ビードの発生有無は、主として電極の先端部から被溶接材料の表面に向かって発生し、溶融金属を押し下げる作用を有するプラズマ気流の動圧に大きく支配される。

【0030】上記プラズマ気流の動圧は、溶接電流とアーク長（電極先端と被溶接材料表面との離間距離）が同じ場合、電極の先端部から被溶接材料の表面近傍に向けて拡がるアークの拡がり角度によってその大きさが決まり、アークの拡がり角度が大きくなればなるほど大きくなる。そして、プラズマ気流の動圧が溶融金属の表面張力を上回るとアンダカットが発生し、さらに大きくなると溶融金属の流が乱れて不連続ビードが発生するようになる。この傾向は、溶接速度を速くすればするほど、また溶接電流を高くすればするほど顕著になることは周知の通りである。

【0031】ところが、通常のTIG溶接においては、2.4～3.2mm外径の電極が用いられており、前述したように、その先端はアークの集中性を高めるために頂角が鋭角な円錐状の尖鋭部に成形されている。また、シールドガスは、主として溶融金属の酸化防止のために供給されており、そのシールドガスノズル先端部の口径は、基端部の口径よりも若干小さくされているにすぎない。

【0032】このため、アークを発生させると電極の先端尖鋭部とその近傍の胴部が加熱されてアークの這い上がり現象が生じ、電極先端部の広い範囲からアークが発生し、被溶接材料の表面近傍では極めて大きく拡がった

アークになる。この現象は、能率向上を図るために溶接速度を速くし、溶接電流を高くするとより一層顕著になり、このアークの拡がり角度の極端な拡大がアーク柱の電流密度低下とプラズマ気流の増大を招き、溶接速度のさらなる高速化を妨げる最大の原因になっていることを確認した。

【0033】すなわち、プラズマ気流は、電極直下と被溶接材料表面近傍のアーク柱の圧力（電流密度と電流の積値）差によって発生し、その差が大きくなればなるほど高速になる。その結果、溶融金属に作用するプラズマ気流の動圧が高くなり、アンダカットや不連続ビードが発生するためにさらなる高速化溶接が妨げらることを確認した。

【0034】そこで、本発明者らは、アークの拡がり角度が極端に拡大するのを防ぐ方法について種々検討した。その結果、できるだけ細径、具体的には外径が1mm程度の電極を用い、この電極を先端部が鋭角な頂角の円錐台形状に成形されたコンタクトチップに保持させる一方、このコンタクトチップの軸心周りに第1シールドガスノズルと第2シールドガスノズルを同心状に配置し、第1シールドガスノズルからコンタクトチップの先端部周面に沿って先端方向に向かう旋回気流の第1シールドガスを供給するのが有効であることを知見した。

【0035】すなわち、上記のようにして第1シールドガスを供給すると、アークが乱れることなく絞られてアークの拡がり角度の拡大が抑制されるのみならず、アークとコンタクトチップ先端部が効果的に冷却されてアークの這い上がりが阻止され、溶融金属に作用するプラズマ気流の動圧上昇が抑制され、アンダカットや不連続ビードが発生しなくなることを知見した。

【0036】本発明で解決しようとする前述した第1の課題は、上記の手段で達成される。しかし、アークの集中性をより高める目的で外径が1mm程度というような細径の電極を用いる場合には、電極先端の溶損消耗が避けられない。従って、電極先端の溶損消耗時に電極を送り出す必要があるが、製管溶接のような長時間の連続溶接を行うためには、溶接を中断することなく電極を一定の長だけ迅速確実に順次送り出すことが要求される。

【0037】そこで、本発明者らは、上記の要求に答得る電極送り出し機構について種々検討した。その結果、シャープペンシルの芯送りに用いられているのと同じプッシュ式の間欠送り出し機構を採用することで、本発明で解決しようとする前述した第2の課題が達成されることを知見した。なお、このプッシュ式の電極間欠送り出し機構は、従来の一般的なTIG溶接装置に対しても適用した場合にも同様の効果が得られることも確認した。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して本発明の高エネルギーTIG溶接方法とTIG溶接装置について詳細に説明する。

【0039】図1は、本発明になる高能率TIG溶接方法の実施に用いられるTIG溶接装置の要部を示す一部破断の模式的縦断面図である。

【0040】図に示すように、本発明になるTIG溶接装置においては、タングステン製の電極1を保持通電するコンタクトチップ2は、その先端部が鋭角な頂角 $\theta$ の円錐台形状に成形されている。また、このコンタクトチップ2の軸心周りには、第1シールドガスノズル3と第2シールドガスノズル5とが同心円状に配置されている。

【0041】上記の第1シールドガスノズル3は、その先端部が前記の頂角 $\theta$ と同じ頂角であり、内径がコンタクトチップ2の先端部の外径よりも若干大きくされた円錐台形状に成形されており、コンタクトチップ2の先端部のほぼ全長を微小間隙Gを持って覆うように配置されている。また、その基端部には、図2に示すように、環状体の外面基端側から内面先端側に向かって内面接線方向に穿設され、円周方向に均等配設された複数個（図示例は8個）のガス流通孔4aを有する旋回気流発生具4が内装されている。

【0042】ここで、コンタクトチップ2の先端部の頂角 $\theta$ は、 $40 \sim 50^\circ$ 程度、より好ましくは約 $45^\circ$ にするのが望ましい。このコンタクトチップ2の先端部は、後述する図4に示すように、本体部に対して着脱自在な螺合接続構造となし、異なる外径の電極1を保持するものに取り替え可能なようにするのが好ましい。

【0043】また、コンタクトチップ2の先端部と第1シールドガスノズル3の間隙Gは、 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 程度にするのが好ましい。

【0044】さらに、旋回気流発生具4のガス流通孔4aは、口径が $0.2 \sim 0.8\text{mm}$ 程度で、環状体の外面基端部側から内面先端部側に向けて $5 \sim 30^\circ$ 程度、より好ましくは $10 \sim 20^\circ$ 程度の角度をもって穿設するのが望ましい。なお、ガス流通孔4aの個数は、図示例の8個に限らず、少なくとも4個以上穿設すれば十分である。

【0045】一方、上記の第2シールドガスノズル5は、熔融金属が酸化しないように外部からの空気巻き込みを防止するためのシールドガス流形成用で、先端部の口径を本体部の口径よりも若干小さく絞った形状に成形されており、第1シールドガスノズル3の基端部分を覆うように配置されている。

【0046】上記のように、コンタクトチップ2の先端部を鋭角な頂角 $\theta$ の円錐台形状となし、その外周を頂角が同じである基端部に旋回気流発生具4が内装された第1シールドガスノズル3を微小間隙Gをもって配置する場合は、図1に示すように、第1シールドガスノズル3に供給された1次シールドガスG1がコンタクトチップ2の先端部に沿う高速の旋回気流6となってコンタクトチップ2の先端に達するようになる。

【0047】そして、コンタクトチップ2の先端に達した上記の高速旋回気流6は、コンタクトチップ2の最先端部分とその先端面から突き出された電極1の露出部並びに電極1の先端と被溶接材料7との間に発生したアーク8を効果的に冷却し、電極1の基端側へのアーク8の這い上がりを阻止抑制する一方、アーク8を乱すことなく絞り、その相乗効果によってアークの拡がり角度を大幅に小さくする。

【0048】その結果、熔融金属に作用するプラズマ気流の動圧が大きく低下する一方、アーク柱の電流密度が向上し、アンダーカットや不連続ビードなどの溶接欠陥の発生が抑制防止されるようになり、より高速での溶接が可能になる。

【0049】この時、第1シールドガスノズル3に供給する1次シールドガスG1および第2シールドガスノズル5に供給する2次シールドガスG2としては、いずれも純Arガスで十分である。しかし、1次シールドガスG1としては、ArガスにHeガスやH<sub>2</sub>ガスを容積%で $2 \sim 15\%$ 混合した混合ガスを用いてもよく、この場合、HeガスやH<sub>2</sub>ガスがアークの集中性を高める作用を有するので、アークの拡がり角度がより小さくなり、より一層の高速溶接が可能になる。

【0050】1次シールドガスG1と2次シールドガスG2の流量は、特に制限しないが、1次シールドガスG1については $5 \sim 15\text{リットル}/\text{min}$ 程度、2次シールドガスG2については $10 \sim 20\text{リットル}/\text{min}$ 程度供給すれば十分である。

【0051】電極1は、アーク8の集中性を高める観点からのみ見た場合、従来同様に、先端が鋭角な頂角の円錐状の尖鋭部に成形された外径が $2.4 \sim 3.2\text{mm}$ 程度のものを用いるのが好ましい。ところが、その尖鋭部は溶接中に溶損消耗して大きく変化するのでアークの拡がり角度が大きく変化し、アーク柱の電流密度や熔融金属の流れを変動するので溶け込み深さが減少して表ビード幅の肥大化や裏ビード不良などが発生するようになる。このため、先端が尖鋭部に成形された電極を用いる場合は、その尖鋭部形状をほぼ一定に維持することが必要で、それには溶接を頻繁に中断して電極の先端部を所定の形状に研削補修する必要性が生じ、連続溶接できる時間が短くなる。

【0052】従って、連続溶接できる時間をできるだけ長くする必要があるが、それには前述したようにできるだけ細径の電極1を用いるのが好ましく、例えば外径が従来の $1/2 \sim 1/3$ である $1\text{mm}$ 程度であり、先端面が軸心に対して直角なフラット面や半球面状のいわゆる鈍頭形状の電極1を用いるのが望ましい。すなわち、先端が鈍頭形状の外径 $1\text{mm}$ 程度の電極1の場合は、使用始めと溶損消耗時の先端部形状がほぼ同じで、さらに溶接中の電極先端の溶損消耗形状がほぼ一定なために研削補修が不要になり、連続溶接できる時間を長くできるの

である。

【0053】なお、先端が鈍頭形状の電極1を用いると、アークの拡がり角度が大きくなるが、本発明においては第1シールドガスノズル3から供給される1次シールドガスG1の高速旋回気流6によってアーク8が絞られるので、アークの拡がり角度が大きくなることはない。

【0054】また、電極1は、必ずしも断面円形である必要はなく、図3に示すように、断面矩形状であってもよい。すなわち、肉厚が0.3mm以下というような極薄肉の被溶接材料材を溶接する場合は、強いアーク力によって深い溶け込みを得る必要がない。従って、断面矩形状の電極の長辺を溶接進行方向にして溶接すると、溶接進行方向にアークが分散してアーク力が弱まるので、アンダカットや不連続ビードの発生を見ることなく高速溶接することが可能になる。

【0055】このように、先端が鈍頭形状である細径の電極1を上記のコンタクトチップ2に保持させ、その軸心周りに微小間隙Gをもって配置した第1シールドガスノズル3から1次シールドガスG1を供給しながら溶接する場合には、1次シールドガスG1の高速旋回気流6によってアーク8が絞られるので、アンダカットや不連続ビードの発生を見ることなく、高速溶接することができる。

【0056】しかし、電極1の細径化は、前述したように、その先端部の研削補修は不要であるが、そこを流れる電流密度の増大を招き、電極先端の溶損消耗が著しくなる。その結果、アーク長（電極1先端と被溶接材料7表面との離間距離）が比較的早期に変化するようになり、正常な溶接ができなくなる。このため、製管溶接のようなより長時間の連続溶接に適用するには、電極先端の溶損消耗時に電極1を一定の長さだけ簡単な操作で迅速かつ確実に送り出す必要がある。

【0057】図4は、そのための電極送り出し機構を示す一部破断縦断面図であり、その基本的な構造はシャープペンシルの芯送りに用いられているのとはほぼ同じプッシュ式の間欠送り出し機構である。

【0058】図4に示すように、コンタクトチップ2は、その先端部2aの一部がねじ2bにより結合可能のように2分割されている。また、その軸心部には、基端から2分割された先端部2aの中間部にわたって内奥部分の内径が途中で一度大きくなってから元の内径になり、最内奥の内径が若干小さくされた大径孔2cが形成されている。さらに、先端部2aの先端側軸心部分には、電極1の通過を許容するものの、自重による落下を阻止可能な通電孔2dが形成されている。

【0059】そして、上記の大径孔2c内には、内奥の内径が最も大きい部分に内装され、ねじ2bによる結合時に移動不能に固定される内鍔付きスリーブ10aと、この内鍔付きスリーブ10aによってコンタクトチップ

2の基端方向への移動が規制されたテーパリング10と、このテーパリング10に先端のチャック部9aが係合離脱自在であり、スリット孔9bの存在によって係合時には閉じて電極1を把持固定し、離脱時には開いて電極1の自由落下を許容するコレットチャック筒体9が内装されている。

【0060】上記のコレットチャック筒体9の基端部は、内径が先細テーパ面9cで、外径が若干大径に形成されており、少なくとも1本の電極1を収納することができる基端開放の電極収納筒体9dの先端部が移動不能に外嵌固定されている。また、この電極収納筒体9dの先端とコレットチャック筒体9の基端部外面とで形成される段差部と上記内鍔付きスリーブ10aの内鍔との間には、拡張ばね11が外嵌装着されており、常時はコレットチャック筒体9のチャック部9aをテーパリング10に緊密に係合させた状態でテーパリング10の基端面を内鍔付きスリーブ10aの先端面に弾圧当接させるようになっている。

【0061】さらに、上記の電極収納筒体9dの基端部には、コンタクトチップ2の基端面に当接して拡張ばね11に抗する方向へのコレットチャック筒体9の移動量を規制するストパー用の外鍔12aが形成されたキャップ12が着脱自在に外嵌装着されている。

【0062】ここで、上記のコンタクトチップ2は、従来と同様に、導電性に優れる銅製にするのが好ましい。また、電極1の間欠送り出し機構を構成する各部材のうち、少なくともキャップ12は非導電製の物質、例えば合成樹脂製とするのが好ましい。

【0063】上記のように構成されたプッシュ式の電極間欠送り出し機構においては、外鍔12aがコンタクトチップ2の基端面に当接するまでキャップ12を人手により押圧すると、コレットチャック筒体9のチャック部9aが大径孔2cの最内奥の小径部分に移動する。この時、テーパリング10と緊密な係合状態にあって電極1を把持固定したチャック部9aは、テーパリング10の先端が上記最内奥の小径部分の基端側の段差部に当接するまで緊密な係合状態のまま移動し、その後テーパリング10から離脱して徐々に開き、最終的に電極1の把持を解く。その結果、電極1は、通電孔2dによる電極1の保持力に抗してテーパリング10の移動ストロークSだけ送り出されることになる。

【0064】また、人手によるキャップ12の押圧を解くと、コレットチャック筒体9のチャック部9aは、拡張ばね11の作用によって元の方向に移動し、その移動途中においてテーパリング10と係合して元の位置に復帰し、最終的に緊密に係合して電極1を再び把持固定する。

【0065】なお、上記の復帰時、チャック部9aは、その移動途中においてテーパリング10と係合して電極1を把持し、送り出した電極1を引き戻すものの、その



引き戻し長さは極めて短い。これは、テーパリング10の基端が内鍔付きスリーブ10aの先端面に当接するまでの間のチャック部9aの把持力は、拡張ばね11の力がテーパリング10に直接作用しないために弱く、通電孔2dによる電極1の保持力よりも遥かに小さいためである。

【0066】なお、上記のストロークSは、用いる電極1の外径および溶接条件によって電極先端の溶損消耗度合が異なるので、予め実験するなどして適宜定められることはいうまでもない。

【0067】従って、上記のプッシュ式の電極間欠送り出し機構によれば、電極1の先端が溶損消耗した場合、キャップ12を人手により押圧するという極めて簡単な操作で、電極1を一定の長さだけ迅速かつ確実に送り出すことができる。また、上記の操作を繰り返すだけで、電極1の全長を対象に送り出すことができ、溶接を中断する必要がないので、より長時間の連続溶接が可能になる。さらに、電極収納筒体9d内に予備電極を収納する場合には、さらなる長時間の連続溶接が可能になる。

【0068】なお、上記のプッシュ式の電極間欠送り出し機構は、図示例の2重シールドTIG溶接装置に限らず、1重シールドのTIG溶接装置にも適用可能であることはいうまでもない。

【0069】

【実施例】《実施例1》図1に示す装置で、コンタクトチップ先端部の頂角 $\theta$ が $45^\circ$ 、コンタクトチップ先端部と第1シールドガスノズルの間隙Gが0.8mmであり、先端が半球面状に成形された外径0.8mmのタン

グステン電極をセットした本発明のTIG溶接装置を準備した。

【0070】また、比較のため、上記本発明のTIG溶接装置から第1シールドガスノズルを取り除く一方、先端が頂角 $40^\circ$ の円錐状に成形された外径2.4mmのタングステン電極をセットした従来のTIG溶接装置を準備した。

【0071】上記2種類のTIG溶接装置は、外径21.7mm、肉厚1.1mmのSUS304製のステンレス溶接管の製管溶接に供して片面溶接を行った。

【0072】この時、本発明のTIG溶接装置の第1シールドガスノズルには、10体積%の $H_2$ ガスを混合したArと $H_2$ の混合ガスを8リットル/minで、第2シールドガスノズルには、純Arガスを20リットル/minで供給した。一方、従来のTIG溶接装置のシールドガスノズルには、上記と同じ混合ガスを15リットル/minで供給した。

【0073】また、上記以外の条件、すなわち、溶接トーチ角度は前進角 $20^\circ$ 、突き合わせ形状はI形状、アブセットは0.1%とし、いずれも同じにした。

【0074】そして、溶接電流を種々変える一方、溶接速度を0.2m/minピッチで高速側に順次移行させ、表ビードにアングカットや不連続ビードなどの溶接欠陥が発生せず、かつ裏ビードに裏波の形成された正常な溶接ビードが得られる限界溶接速度を調べた。その結果を、溶接条件と併せて表1に示した。

【0075】

【表1】



表 1

No.	溶接法	溶接速度 (m/min)	溶接電流 (A)	1次シールドガス流量 (ℓ/min)	2次シールドガス流量 (ℓ/min)	溶接結果	
						外面 ビード	内面 ビード
1	従来法	2.4	200	-	15 (Ar+He)	良好	良好
2		2.6				良好	良好
3		2.8				良好	良好
4		3.0				良好	良好
5		3.2				良好	ビードなし
6		3.4				良好	ビードなし
7		3.6				良好	ビードなし
8		3.8				良好	ビードなし
9		4.0				アンダカット	ビードなし
10		3.8				220	良好
11	240		良好	ビードなし			
12	260		不安定	ビードなし			
13	280		アンダカット	ビード凸			
14	300		アンダカット	ビード凸			
15	本発明法	2.8	200	8 (Ar+He)	20 (純Ar)	良好	良好
16		3.0				良好	良好
17		3.2				良好	良好
18		3.4				良好	良好
19		3.6				良好	良好
20		3.8				良好	良好
21		4.0				良好	良好
22		4.2				良好	良好
23		4.4				良好	良好
24		4.6				良好	ビード幅小
25	4.8	不安定	ビードなし				

【0076】表1に示すように、従来のTIG溶接装置を用いた片面溶接では、溶接電流を200A一定とした場合、良好な表ビードの得られる上限溶接速度は3.8m/minであったが、溶接速度が3.0m/minを超えると裏ビードが形成されなかった(No. 1~9参照)。

【0077】また、溶接速度を溶接電流200Aで良好な表ビードの得られる上限溶接速度の3.8m/min一定にして溶接電流を高くした場合、溶接電流を240Aに上げると良好な表ビードが得られるものの裏ビードは形成されず、さらに溶接電流を240A超にすると表ビードにアンダカットが発生するのみならず、裏ビードが形成されないか、形成されても極端に高い裏ビードが形成された(No. 10~14参照)。この結果、従来のTIG溶接装置を用いた片面溶接での正常な溶接ビードが得られる限界溶接速度は、3.0m/minでしかなかった。

【0078】これに対し、本発明法のTIG溶接装置を用いた片面溶接では、溶接電流を上記と同じ200A一定とした場合、溶接速度が4.4m/min以下であれば良好な表ビードと裏ビードが形成され、正常な溶接ビードの得られる上限溶接速度は4.4m/minであった(No. 15~25参照)。その結果、本発明のTIG

溶接法による場合には、従来の約1.5倍の溶接速度で溶接することができた。

30 【0079】《実施例2》図4に示す装置で、コンタクトチップ先端部の頂角θが45°、コンタクトチップ先端部と第1シールドガスノズルの間隙Gが0.8mmであり、先端が半球面状に成形された外径0.8mmのタングステン電極をセットした本発明のTIG溶接装置を準備した。

40 【0080】また、比較のため、上記本発明のTIG溶接装置の電極送り出し機構を前述した特開平1-249272号公報の第1図に示される電極送り出し機構で、スライダ筒体の移動可能なストローク長が約5mmのものに置換した以外は上記と同じ従来のTIG溶接装置を準備した。

【0081】そして、外径21.7mm、肉厚1.1mmのSUS304製のステンレス溶接管の連続製管溶接に上記2種類のTIG溶接装置を供して片面溶接を行うに当たり、電極の先端が溶損消耗する都度、電極を送り出す操作を繰り返して行って連続溶接できる製管長さ(時間)を対比した。

50 【0082】この時、いずれの場合も、溶接電流は200A、溶接速度は3.0m/minとし、その他の条件も同じにした。

【0083】その結果、従来のTIG溶接装置を用いた場合には、約680m(3.8hr)製管した時点で、スライダ筒体を移動させるだけでは電極を送り出せなくなってコレットチャック筒体から電極を再度突き出すための操作が必要になり、溶接を中断しなければならなかった。

【0084】これに対し、本発明のTIG溶接装置を用いた場合には、1600m(8.9hr)製管した時点においても何らの問題なく電極を送り出すことができ、溶接を中断する必要がなく、さらに連続して溶接することが可能であった。

【0085】

【発明の効果】本発明のTIG溶接方法によれば、アンダカットや不連続ビードの発生を見ることなく高速で片面溶接できるので、生産性が向上する。また、本発明のプッシュ式の電極送り出し機構を備えるTIG溶接装置によれば、連続溶接可能な時間が大幅に向上し、生産性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の高能率TIG溶接方法の実施に用いるTIG溶接装置の要部を示す一部破断模式的縦断面図である。

【図2】旋回気流発生具を示す図である。

【図3】本発明で用いることができる他の電極の断面形状を示す図である。

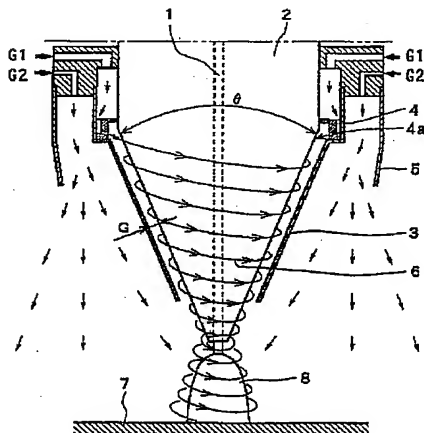
【図4】本発明の電極送り出し機構を備えるTIG溶接装置の一例の要部を示す一部破断模式的縦断面図であ

る。

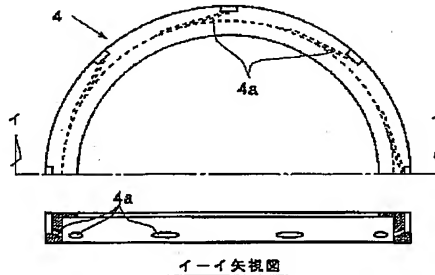
【符号の説明】

- 1：電極、
- 2：コンタクトチップ、
- 2a：先端部、
- 2b：ねじ、
- 2c：大径孔、
- 2d：通電孔、
- 3：第1シールドガスノズル、
- 4：旋回気流発生具、
- 4a：ガス流通孔、
- 5：第2シールドガスノズル、
- 6：旋回気流、
- 7：被溶接材料、
- 8：アーク、
- 9：コレットチャック筒体、
- 9a：チャック部、
- 9b：スリット孔、
- 9c：先細テーパ面、
- 9d：電極収納筒体、
- 10：テーパリング、
- 10a：内鍔付きスリーブ、
- 11：拡張ばね、
- 12：キャップ、
- 12a：外鍔、
- G1：1次シールドガス、
- G2：2次シールドガス。

【図1】



【図2】



【図3】

